

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 60-169176

(43)Date of publication of application : 02.09.1985

(51)Int.Cl.

H01L 39/24  
C23C 14/06

(21)Application number : 59-024730

(71)Applicant : RIKAGAKU KENKYUSHO

(22)Date of filing : 13.02.1984

(72)Inventor : YAMASHITA TSUTOMU  
OOTA HIROSHI

## (54) FORMATION OF NBN THIN FILM

## (57)Abstract:

PURPOSE: To manufacture many devices on the cleavage plane of an MgO crystal, by forming an MgO thin film on the surface of an Si substrate by sputtering, and forming an NbN thin film thereon by sputtering.

CONSTITUTION: An MgO thin film is formed on the surface of an Si substrate at discharge Ar gas pressure of 50mTorr, a film forming speed of about 3nm/min and a substrate temperature of 300° C by sputtering. Then an NbN thin film is continuously formed on the MgO thin film, which is obtained before, at discharge gas pressure P (Ar+N<sub>2</sub>)<math>\times</math>30mTorr, a substrate temperature of 300° C, film forming speed of about 14nm/min and PD<math>\times</math>0.1Torr.cm by sputtering. Then, MgO is oriented on the plane (200) on the Si substrate. The plane (100) of NbN<sub>0.75</sub> is epitaxially grown on the plane (100). The NbN thin film, whose critical temperature TC is relatively high can be formed.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2003 Japan Patent Office

## ⑫ 特 許 公 報 (B2)

平3-76596

⑤ Int. Cl.<sup>3</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公告 平成3年(1991)12月5日

H 01 L 39/24

Z A A C

7210-4M

発明の数 1 (全2頁)

⑬ 発明の名称 NbN薄膜の形成方法

⑮ 特 願 昭59-24730

⑯ 公 開 昭60-169176

⑰ 出 願 昭59(1984)2月13日

⑱ 昭60(1985)9月2日

⑲ 発 明 者 山 下 努 新潟県長岡市上除町甲1627-18  
 ⑲ 発 明 者 太 田 浩 埼玉県和光市広沢2-2  
 ⑲ 出 願 人 理 化 学 研 究 所 埼玉県和光市広沢2番1号  
 ⑲ 代 理 人 弁 理 士 中 村 稔 外 3 名  
 審 査 官 後 谷 陽 一

1

## ⑳ 特許請求の範囲

1 Si基板表面にMgO薄膜をスパッタ形成し、次いでこのMgO薄膜上にNbN薄膜をスパッタ形成することを特徴とするNbN薄膜の形成方法。

2 前記のMgO薄膜とNbNの結晶方位の配向が(200)面と(100)面である特許請求の範囲第1項に記載のNbN薄膜の形成方法。

## 発明の詳細な説明

本発明はNbN薄膜の形成法に関し、詳しくは高周波スパッタ法により、Si基板上に臨界温度 $T_c$ の高いNbNの超伝導薄膜を形成する方法に関する。

近年、Nb、NbNなどの硬質超伝導体を電極材料として用いるジョセフソンデバイスの開発が活発に行われているが、デバイス特性の向上の一つとして、基板上に臨界温度 $T_c$ の高い超伝導薄膜を形成することが望まれている。

従来、MgOの単結晶劈開面上にNbN単結晶薄膜を直流スパッタ法によりエピタキシャル成長させて形成することは周知である。第1図は周知の方法で得られているMgO単結晶劈開面上のNbN単結晶薄膜のエピタキシャル温度を示すグラフである。これによれば、放電ガス圧PとMgO基板とカソード間距離Dに強く依存しているが、臨界温度 $T_c$ が約16KのNbN単結晶薄膜が得られる。

しかし、この周知の方法では、MgO単結晶劈開面上に多数個のデバイスを製作することは困難

2

であり、基板のコストなど実用上問題がある。

本発明者等は上記に鑑み、高周波スパッタ法によりSi基板表面に形成したMgO薄膜上にNbN薄膜を形成した結果、単結晶のNbN薄膜ではないが、Si基板上にMgOが(200)面に配向し、この上に、Nb<sub>0.75</sub>N<sub>0.25</sub>の(100)面がエピタキシャル成長して、臨界温度 $T_c$ が比較的高いNbN薄膜を形成し得ることを見出した。

本発明は上記知見に基づくものであつて、Si基板表面にMgO薄膜をスパッタ形成し、次いでこのMgO薄膜上にNbN薄膜をスパッタ形成することを特徴とする。

以下、実施例により本発明を詳しく説明する。高周波スパッタ装置を用い、放電Arガス圧50mTorr成膜速度約3nm/min、基板温度300℃で、Si基板表面にMgO薄膜をスパッタ形成した。第2図aにこのMgO薄膜のX線回折パターンを示す。MgO(200)面に強い配向がみられる。

次に、放電ガス圧P(Ar+N<sub>2</sub>) $\approx$ 30mTorr、基板温度300℃、成膜速度約14nm/min、PD $\approx$ 0.1Torr $\cdot$ cmで、先に得られたMgO薄膜上にNbN薄膜を連続スパッタ形成した。第2図bはこの場合のNbN薄膜のX線回折パターンを示す。なお、PD $\approx$ 0.1Torr $\cdot$ cm、基板温度300℃は、第1図に示すエピタキシャル条件を満たしている。したがつて、この場合、MgOは(200)面に配合し、その上にNb<sub>0.75</sub>N<sub>0.25</sub>の(100)面がエピタキシ

3

ル成長していることが理解される。

第3図はSi基板上にスパッタ形成したMgO、  
Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>薄膜上のNbN薄膜およびSi基板上に直接ス  
パッタ形成したNbN薄膜の各臨界温度T<sub>c</sub>の膜厚  
依存性を示す。同図 a はNbN/MgO/Si、b  
は、NbN/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Si、c はNbN/Siの場合で  
ある。成膜条件はいずれも上記と同じである。本  
発明によるaのMgO膜の場合、100Å程度の薄い  
膜でも約14Kの高いT<sub>c</sub>が得られており、この値は  
bのAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜上やcのSi基板上の場合よりも数K  
高い。このことは、本発明による場合、MgOと  
NbN間のエピタキシャル成長に関連したもので  
あり、MgOとNbNの界面には、結晶格子や乱れ  
などによって生ずる遷移層が形成されず、境界は

4

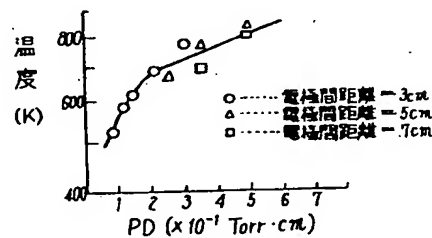
明確に分離された状態になっているものと考えら  
れる。

以上詳述したように、本発明によれば、Si基板  
上にT<sub>c</sub>の高い超伝導薄膜を容易にスパッタ形成  
できるので、特性の良い多数個のデバイスを作  
5 作することができ、実用上極めて有用である。

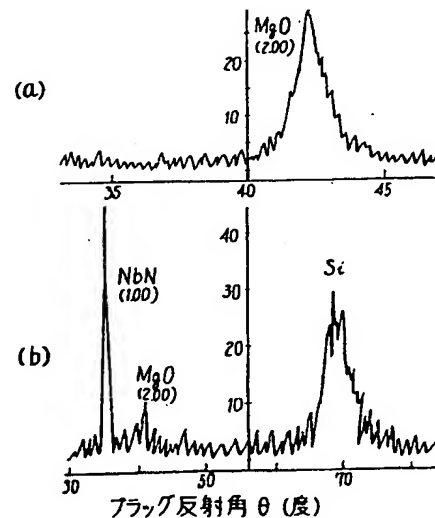
#### 図面の簡単な説明

第1図は従来法で得られているMgO単結晶劈  
開面上のNbN単結晶薄膜のエピタキシャル温度  
を示すグラフ。第2図 a, b は本発明の実施例で  
得られたMgO薄膜とNbN/MgO/SiのX線回折  
パターンをそれぞれ示す。第3図は本発明の実施  
10 例で得られたNbN薄膜の臨界温度T<sub>c</sub>の膜厚依  
存性を示す。

第1図



第2図



第3図

